

持続可能な社会に求められる建築構造システムの条件とその評価 -環境に与える影響を中心に-

著者	松本 年史
号	9
学位授与機関	Tohoku University
学位授与番号	国博第120 号
URL	http://hdl.handle.net/10097/59214

まつもととしふみ 松 本 年 史

学 位 の 種 類	博 士 (国際文化)
学 位 記 番 号	国博 第 120 号
学位授与年月日	平成22年 9 月 1 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当
研 究 科 ・ 専 攻	東北大学大学院国際文化研究科 (博士課程後期 3 年の課程) 国際文化交流論専攻
学 位 論 文 題 目	持続可能な社会に求められる建築構造システムの条件とその評価 ー環境に与える影響を中心にー
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 重 野 芳 人 教 授 プシュパラル ディニル 教 授 葉 剛 教 授 谷 口 尚 司 (環境科学研究科)

論 文 内 容 の 要 旨

研究の動機

建築の分野では、「エコ」をキーワードにした「エコ建築」や「エコ住宅」といった高性能建築 (住宅) が提案され、建設されようとしている。これらの建物は、高気密・高断熱の仕様を採用し、燃料電池といった最先端技術を導入して、太陽光発電や風力発電、バイオマスエネルギーなどの再生産可能なエネルギーの積極的な利用によって、建物のライフサイクルでの環境負荷を削減することを目指している。また、建物の高寿命化と災害安全性の向上を目的として、鉄やコンクリートといった高強度・高品質、高耐久性の工業材料を使用した構造が採用されてきた。

この「エコ」への取り組みは、日本社会の他の分野にも共通する動きとして広がりを見せているが、今日の取り組みの中には、豊饒な生活を送る現代人がスポーツクラブで健康を維持しているような違和感を覚えるものも多い。その様な状況の中で、「持続可能な社会」の達成に求められる、これからの建築の進むべき方向性を確かめたいと考えたことが、研究の動機である。

研究の目的

現代の建築が抱える問題の複雑さは、一方で人々の生活を豊かにするために、果たさなければならぬ役割があり、その役割を達成するためには、周りの環境に大きな負荷を与える可能性があるという矛盾した状況を建築が抱えるところにあると考えられる。人々がその生活と環境に望むのは、安定した継続性ではないだろうか。この安定した継続性は、「持続可能性」と言い換えることもできる。

この研究は、「持続可能な社会」の達成に必要な条件とその評価方法を、「生活の質の改善」に深く関係する住宅建築の構造分野を中心に研究し提案することを目的とする。そのためには、これまで我々の社会の成長、発展の尺度となってきた物質的豊かさを基盤とした消費社会の価値観と、それに相応して建設されてきた現代建築の在り方を、社会の持続可能性の実現の視点で見直すことが求められると考える。

建築の構造は、建築工事費全体の1/3を占め、建築物の安全性の確保に深くかかわる必要不可欠な分野である。個人的選好に影響されやすい建築の意匠分野と異なり、構造の性能評価は技術や性能を中心とした工学的評価が可能であることが、今回の研究で建築の構造の分野を中心に研究を行った理由である。

先行研究と本研究の特徴

建築とその構造に関連した環境負荷をテーマにした研究は、1990年代以降多くの研究がおこなわれているが、今回問題としている建築の構造の「環境負荷」と「持続可能性」について論じられたものは、見つけることが出来なかった。環境負荷評価式として今回使用した「IPAT 公式」を使った事例は、海外の研究でいくつか見付き、今回の研究に関係するものについては第5章で紹介した。

論文の構成と内容

第1章 序章

第1章では、研究の動機、研究の目的、研究の方法、先行関連研究、研究の特徴についてのべる。

この中で、現代の建築が抱える矛盾点である、「生活の質の向上」と、それが「住環境の改善」にもたらすポジティブな役割、その結果引き起こされる「環境問題」の原因としてのネガティブな側面をどのように調整するのか、「持続可能な社会」の実現にむけての建築の方向性を研究する必要性を述べている。

第2章 現代社会の状況と建築の課題

研究にあたって第2章では、まず現代の建築が置かれた社会状況を分析し、現代の建築が対応を

求められてきた社会的ニーズを整理した。

「人口問題」や「都市問題」に代表される現代の「社会問題」への対応の中で、商業主義的経済性の重視や、消費材的なスクラップアンドビルドの建築建設の姿勢があった結果、自然環境や伝統的社会に大きな負荷を与える結果を生みだしてきた。建築と都市の拡大が引き起こしてきた、「環境汚染」や「環境破壊」に対して、今日建築は早急な対策を求められている。特に建築関連分野から排出される二酸化炭素は、日本の総排出量の1/3に及ぶといわれている。これらの現代の建築をとりまく問題に取り組むにあたり厄介なところは、上記で説明したポジティブな面とネガティブな面の二つの面を持っていることである。このことから、現代の建築が抱えるこれらの問題を解決するためには、個別の対応の積み重ねではなく総合的な解決方法を検討する必要があると考える。

第3章 持続可能性の概念と達成の条件

第3章では、「現代の建築」が目標とする「持続可能な社会」の概念と達成の条件について考えた。

「持続可能性」という言葉と概念が生まれた経緯を調べ、「持続可能性」の概念を設定した。また、「持続可能な社会」の具体的モデルとして「持続可能な循環型社会」についてその特徴を整理した。特に「循環型社会」の具体的モデルとして、熱物理学の「開かれた能動定常系」の系を参考に考えることができる。

「持続可能な社会」を達成するための条件については、経済学者であるハーマン・デリーは、「持続可能な開発の3原則」をまとめている。彼は、消費される資源を3種類に分類し、「原則（1）：再生産可能資源の利用原則」、「原則（2）：再生産不能資源の利用原則」、「原則（3）：汚染物質の利用原則」を提案している。ハーマン・デリーの3原則から、持続可能な社会における資源の利用と汚染物質の排出による環境への影響は、利用の絶対量ではなく、利用するものの種類と速度が関係し、持続可能な社会を取り巻く自然環境の回復能力（速度）が重要であることがわかる。

「ナチュラルステップ（the NATURAL STEP）」は、「持続可能な社会システム」の総括的な原則を4つのシステム条件に集約し、提言を行っている。

環境NGO「ジャパン・フォー・サステナビリティ（Japan for Sustainability）」は、「持続可能性」を、「人類が他の生命をも含めた多様性を尊重しながら、地球環境の容量の中で、いのち、自然、くらし、文化を次の世代に受け渡し、よりよい社会の建設に意志を持ってつながり、地域間、世代間を越えて最大多数の幸福を希求すること」と定義し、「資源・容量」、「時間的公平性」、「空間的公平性」、「多様性」、「意志とつながり」の持続可能性の5つの基本概念を示している。

これまでみてきた、「持続可能性」の概念や「持続可能な社会」達成の条件の提案を参考に、次の3つの条件を「持続可能な循環型社会」達成の条件として設定した。

① 「生活の質の向上」

- ② 「公平性の実現」
- ③ 「環境への影響の削減」

第4章 構造システムの概念と持続可能性評価モデル

第4章では、「構造システムの概念と持続可能性評価モデル」について考えた。この章で建築の「構造」を、「作用する様々な力や荷重を伝達・支持し、必要な空間・機能を安全に保持する物質の集合体」と定義した。また建築の構造は、複数の要素が複雑に組み合わせられて構成された一つの「システム」として捉えることができる。「構造」を一つの「システム」として捉えることで、構造を構成する要素とその関係を、よりの確に把握することが可能になると考えられる。「構造システム」の構成要素を、材料レベル、部材レベル、架構レベル、建築レベル、地域レベルの構成レベルでとらえることで、ミクロからマクロのスケールの視点でとらえた評価や、材料から建築・地域に至る時間的、空間的視点で捉えた評価が可能になる。

第5章 構造システムの持続可能性評価の方法

第5章では、「構造システムの持続可能性評価の方法」について提案を行った。

この章ではまず、これまでに行われてきた「環境負荷評価」の方法について整理し、分類を行った。これまでの科学的環境負荷評価の方法は、その評価方法や評価対象によって、「社会科学的評価方法」、「自然科学的評価方法」、「環境科学的評価方法」に分類することが出来る。また、評価の単位は、① 物質系 (CO₂、NO_x、SO_x など (t, kg))、② エネルギー系 (消費エネルギー (Mcal, MJ))、③ 貨幣系 (ドル、ユーロ、円など)、④ 土地換算系 (ha)、⑤ 環境通貨系などが用いられる。

「社会学的評価方法」の評価の基準は、個人の主体的選好をベースにした社会的選好や、評価の対象、個人や集団の志向、行為などである。特徴は、評価の基準を個人や社会の選好など主観的なもので行い、順序づけや大小関係といった定性的評価が行われる場合が多いことである。社会的価値観と環境問題の関係を価格ベースで評価できることも特徴であるが、この点は問題点も指摘されている。

「自然科学的評価方法」の評価基準は、原則として定量的、客観的評価であり、評価は製品、人為行為 (建築、土木工事、開発行為など) を対象として行われることが多い。評価の特徴は、単独の評価は比較的厳密に行われるが評価した環境負荷の統合化は難しい点である。このことが許容値の把握を難しくしているとも言われている。また、多くの評価方法はボトムアップ的手法 (積み上げ式) がとられることが多い。この評価方法の代表である「ライフサイクルアセスメント (LCA)」は、今日多くの工業製品の環境負荷評価に用いられている。LCA の特徴としては、製品の一生 (ライフサイクル) を通して関わってくるすべての段階のエネルギー、資源、廃棄物の影響を環境負荷

に反映させることが可能であり、利用する資源や発生する廃棄物の量から、環境負荷量をエネルギー消費量や二酸化炭素排出量といった物質質量として細かく計算可能なことである。

「環境科学的評価方法」の評価の基準は、原則として定量的客観的評価である。代表的方法として、エネルギー分析、エコロジカル・フットプリント、CASBEEなどをあげることが出来る。「エコロジカル・フットプリント (EFP)」は、ある経済体が必要とする基本的なエネルギーと物質の供給のために必要な最小土地面積を計算することが目的である。。エコロジカル・フットプリントの特徴として、計算は初期条件に無関係に行うことができる点をあげることが出来る。すなわち初期条件がどのように設定されていようと、対象都市が持続的に存在するために必要な水陸面積の妥当値を算出することが出来る。

今日、環境負荷評価に用いられている「ライフサイクルアセスメント」と「エコロジカル・フットプリント」は、前者がボトムアップ的手法であるのに対して、後者はトップダウン的手法と考える事が出来る。この2つの手法をうまくドッキングさせ、2つの手法にかけている社会科学的評価を盛り込むことが出来れば、有効な持続可能性評価の方法を提案できるものと考えられる。

これまでの環境負荷評価式は、人々の生活改善へのニーズと、そのニーズを実現する方法、実現に伴う環境負荷の評価がお互い独立したかたちで行われ、総合的な評価を行うことが難しかった。これらの課題を改善し、トータル的に環境に与える影響（環境負荷）を求める方法として、「IPAT 公式」に注目した。「IPAT 公式 (IPAT Equation)」は、ポール・エリック (Paul Ehrlich) とジョン・ホルドレン (John Holdren) によって提案された。基本式では、環境への影響 (I) は、人口 (P) の項と豊かさ (A) の項と 技術 (T) の項が掛け合わされた結果として求められる。

「IPAT の公式」の基本式は、

$$I = P \cdot A \cdot T = C \cdot T \quad \text{--- (式 5-2-1)}$$

と記述される。

ここで I (Impact) : 環境影響度

P (Population) : 人口 (人)

A (Affluence) : 豊さ (ライフスタイル)

T (Technology) : 環境技術

C (consumption) : 消費

を表す。

人口 (Population) の項は、消費する数を表し、消費する人の数とその人の一定期間内の消費の回数を乗じた値と考えることが出来る。

豊さ (Affluence) の項は、必ずしも富裕と類語

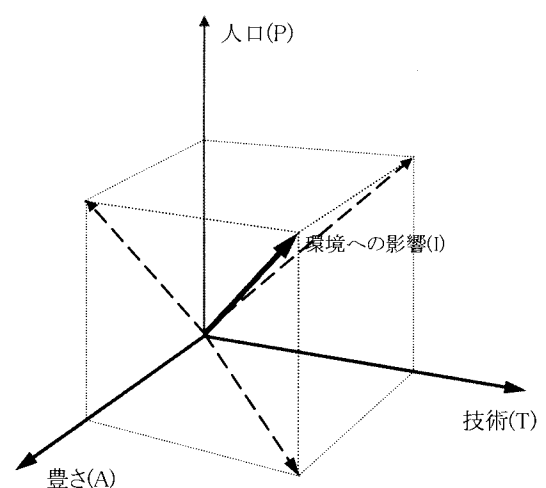


図5.2.1) IPAT 公式概念図

ではなく、生活のレベル（質）を表し、ライフスタイルと考えることも出来る。

技術（Technology）の項は、生産技術の近代化あるいは複雑さのレベルと類語ではなく、資源利用効率であり、経済活動の単位ごとの効果と定義されている。

IPAT 公式の特徴として、環境への影響を複数の因子で評価するメリットと影響因子同士を乗じるメリットを挙げることができる。環境負荷が、環境への有力な影響因子と考えられる 3 つの因子の乗算で計算されることで、お互いの影響が単なる累加ではない形で評価される。また、数（量）として属性をもつ人口の項と、種類としての属性を持つ豊かさの項、関係としての属性を持つ技術の項の相乗的關係として環境負荷を評価出来る。環境への影響をたった一つの要因で評価することは 2 重のミスをおかすことになり、広範囲の要因を考慮することで、要因相互の關係と時間的影響を評価することが可能になる。

第 6 章 既存計算住宅モデルの環境負荷

第 6 章では、「家庭生活のライフサイクルエネルギー」の中で公開されているデータをもとに、「構造システム」の構成レベルごとの「IPAT 公式」の展開と環境負荷の集計をおこなった。また、鉄筋コンクリート造と鉄骨鉄筋コンクリート造の集合住宅を設計し、現行基準による構造計算を行って、住宅構造タイプの違いや地震荷重の違いによる環境負荷への影響を検討した。

第 7 章 構造システムの構成レベルと環境負荷

構造システムの環境負荷は、建築の中でも住環境の改善に最も影響が大きい住宅建築の構造システムに限定し、IPAT 公式をベースとして発展させることで、生活の質の向上に対する社会的ニーズと、そのニーズを実現することに伴う環境負荷を同一式の中で扱うことが可能になる。

環境負荷評価式として使用する IPAT 公式の、構成項目である「人口（P）」、「豊かさ（A）」、「技術（環境負荷低減技術）（T）」に、構造システムの構成レベル別に関係する項目を反映させる。

建築の「構造システム」の階層構造に注目し、式を展開すると下式のように表記される。（式 7-1-1）

$$\text{環境負荷 (I)} = \text{人口 (P)} \times \text{豊かさ (A)} \times \text{技術 (T)}$$

$$= \text{地域の住宅関連の二酸化炭素排出量 (kg-CO}_2\text{)}$$

$$= \text{地域人口 (人)}$$

$$\times \text{一人当りの床面積 (m}^2\text{/人)}$$

$$\times \text{床面積当りの CO}_2\text{排出量 (kg-CO}_2\text{/m}^2\text{)}$$

地域レベル
の展開

$= \Sigma (\text{住宅タイプ別地域の居住者数 (人)})$ $\times \text{住宅タイプ別一人当りの床面積 (m}^2/\text{人)}$ $\times \text{住宅タイプ別床面積当りの CO}_2\text{排出量 (kg-CO}_2\text{/m}^2))$	$\left. \vphantom{\begin{array}{l} \\ \\ \end{array}} \right\}$	建築レベル の展開
$= \Sigma (\text{構造タイプ別地域の居住者数 (人)})$ $\times \text{構造タイプ別一人当りの床面積 (m}^2/\text{人)}$ $\times \text{構造タイプ別床面積当りの CO}_2\text{排出量 (kg-CO}_2\text{/m}^2))$	$\left. \vphantom{\begin{array}{l} \\ \\ \end{array}} \right\}$	架構レベル の展開
$= \Sigma (\text{住宅タイプ別構造タイプ別地域の居住者数 (人)})$ $\times \text{住宅タイプ別構造タイプ別一人当りの床面積 (m}^2/\text{人)}$ $\times \Sigma (\text{住宅タイプ別構造タイプ別床面積当りの部材使用量 (kg/m}^2))$ $\times \text{部材の単位重量当りの CO}_2\text{排出量 (kg-CO}_2\text{/kg)})$	$\left. \vphantom{\begin{array}{l} \\ \\ \end{array}} \right\}$	部材レベル の展開
$= \Sigma (\text{住宅タイプ別構造タイプ別地域の居住者数 (人)})$ $\times \text{住宅タイプ別構造タイプ別一人当りの床面積 (m}^2/\text{人)}$ $\times \Sigma (\text{住宅タイプ別構造タイプ別床面積当りの材料使用量 (kg/m}^2))$ $\times \text{材料の単位重量当りの CO}_2\text{排出量 (kg-CO}_2\text{/kg)})$	$\left. \vphantom{\begin{array}{l} \\ \\ \end{array}} \right\}$	材料レベル の展開

--(式 7-1-1)

$$\begin{aligned}
 &= \Sigma \left(\begin{array}{l} \text{構造タイプ別地域の居住者数 (人)} \\ \times \text{構造タイプ別一人当りの床面積 (m}^2/\text{人)} \\ \times \text{構造タイプ別床面積当りの CO}_2\text{排出量 (kg-CO}_2\text{/m}^2\text{)} \end{array} \right) \quad \left. \vphantom{\begin{array}{l} \text{構造タイプ別地域の居住者数 (人)} \\ \times \text{構造タイプ別一人当りの床面積 (m}^2/\text{人)} \\ \times \text{構造タイプ別床面積当りの CO}_2\text{排出量 (kg-CO}_2\text{/m}^2\text{)} \end{array}} \right\} \begin{array}{l} \text{架構レベル} \\ \text{の展開} \end{array}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= \Sigma \left(\begin{array}{l} \text{住宅タイプ別構造タイプ別地域の居住者数 (人)} \\ \times \text{住宅タイプ別構造タイプ別一人当りの床面積 (m}^2/\text{人)} \\ \times \Sigma \left(\begin{array}{l} \text{住宅タイプ別構造タイプ別床面積当りの部材使用量 (kg/m}^2\text{)} \\ \times \text{部材の単位重量当りの CO}_2\text{排出量 (kg-CO}_2\text{/kg)} \end{array} \right) \end{array} \right)
 \end{aligned}$$

部材レベル
の展開

$$\begin{aligned}
 &= \Sigma \left(\begin{array}{l} \text{住宅タイプ別構造タイプ別地域の居住者数 (人)} \\ \times \text{住宅タイプ別構造タイプ別一人当りの床面積 (m}^2/\text{人)} \\ \times \Sigma \left(\begin{array}{l} \text{住宅タイプ別構造タイプ別床面積当りの材料使用量 (kg/m}^2\text{)} \\ \times \text{材料の単位重量当りの CO}_2\text{排出量 (kg-CO}_2\text{/kg)} \end{array} \right) \end{array} \right) \quad \text{---(式 1)}
 \end{aligned}$$

構造システムの「材料レベル」の環境負荷計算式は、住宅モデルの建設時に使用される延床面積当りの主要構造材料使用量に対する環境負荷を計算する。

構造システムの「部材レベル」の環境負荷評価は、「建築LCA」（日本建築学会）の建築物の投入要素別の床面積あたりCO₂排出原単位の値を利用して、住宅の構造タイプ別に生産方式の違い（在来型と量産型）による延床面積当りの主要構造材料（木材、コンクリート材、鉄骨材、鉄筋材）使用量に対しての環境負荷量（エネルギー消費量、二酸化炭素排出量）を比較する。

「持続可能な社会達成の条件」を、「住環境を中心とした生活の質が向上したか（生活の質の向上）」、「住環境の地域的、世代的公平性が損なわれていないか（公平性の実現）」、「住宅のライフサイクルの環境負荷は、削減されたか（環境への影響の削減）」で評価する

建築が関係する「生活の質の向上」は、住宅居住者一人当りの床面積（ $\text{m}^2/\text{人}$ ）で評価する。

持続可能性達成の3つの条件に対して、各条件の達成目標値によって境界面が3つ設定可能である。この境界面が平面（他の条件によって境界面

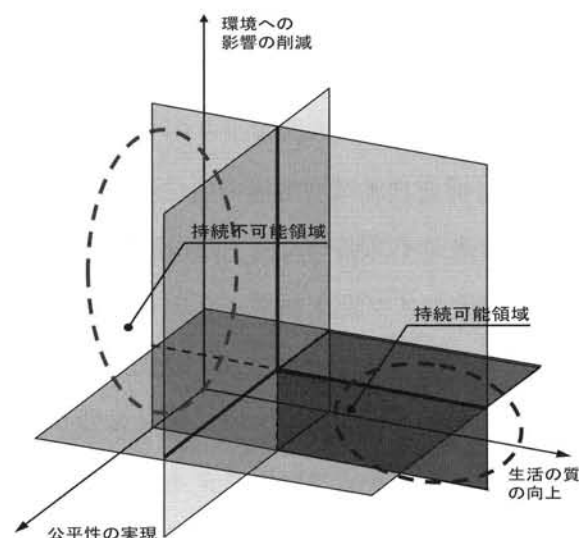


図8.1.2 持続可能性達成の概念

が影響を受けない）と仮定すると、評価対象は（図8.1.2）に示すような境界面で区切られた8つの領域のどこかに位置することになる。この8つの領域の中で持続可能な条件を満たすのは青線で囲まれた部分であることが解る。また、赤線で囲まれた領域は持続不可能な領域となる。

日本の住宅モデルの持続可能性評価として、都道府県と大都市圏を設定地域として、2000年度の年間の住宅建設による環境負荷（二酸化炭素排出量）の持続可能性評価を考える。

「生活の質の向上」は、評価対象とする都道府県及び大都市圏の住宅の一人当たりの平均床面積が誘導居住水準を満たしているかどうかで評価する。

「環境への影響の削減」の評価に必要な地域ごとの環境負荷（二酸化炭素排出量）は、住宅モデルの耐用年数と床面積当りの二酸化炭素排出原単位を用いて、総務省統計局統計調査部の平成20年度版データの地域別住宅タイプ別着工延床面積を基に計算した。

また、その許容値は、地域の森林で吸収される1年当りの二酸化炭素量に対して、二酸化炭素排出量がどの程度かによって評価を行う。ここで、①日本の総森林面積は24,864,800ha、②森林による CO_2 吸収量 5.2 ($\text{t-CO}_2/\text{ha}/\text{年}$)、③日本の人口は12,756,6000人であることから、④一人当たり吸収可能な CO_2 量は、1013.57 ($\text{kg-CO}_2/\text{年}/\text{人}$)となり、⑤この値に全生活エネルギーに対する住宅建設の消費エネルギーの割合4.57%（木造軸組工法）を掛ければ、⑥一人当たりの建築のシェアー46.32 ($\text{kg-CO}_2/\text{年}/\text{人}$)が求まる。

「環境への影響の削減」は、地域の森林で吸収される1年当りの二酸化炭素量に対して、二酸化炭素排出量がどの程度かによって評価を行う。地域別の住宅の建設に伴う環境への影響を縦軸に、生活の質の改善を横軸にとれば、（図8.2.3）のような結果が得られる。

環境への影響の削減目標値である日本での住宅建設に許される一年当り、一人当たりの二酸化炭素排出量46.32 ($\text{kg-CO}_2/\text{人}/\text{年}$)を表す赤い横線と、生活の質の向上の目標値である誘導居住面

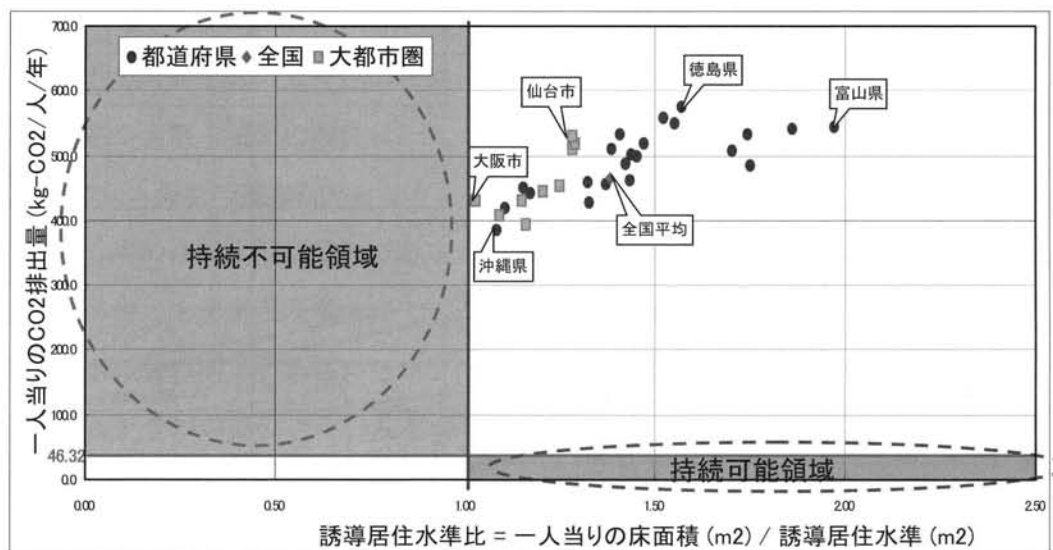


図8.2.3 住宅の地域別持続可能性評価

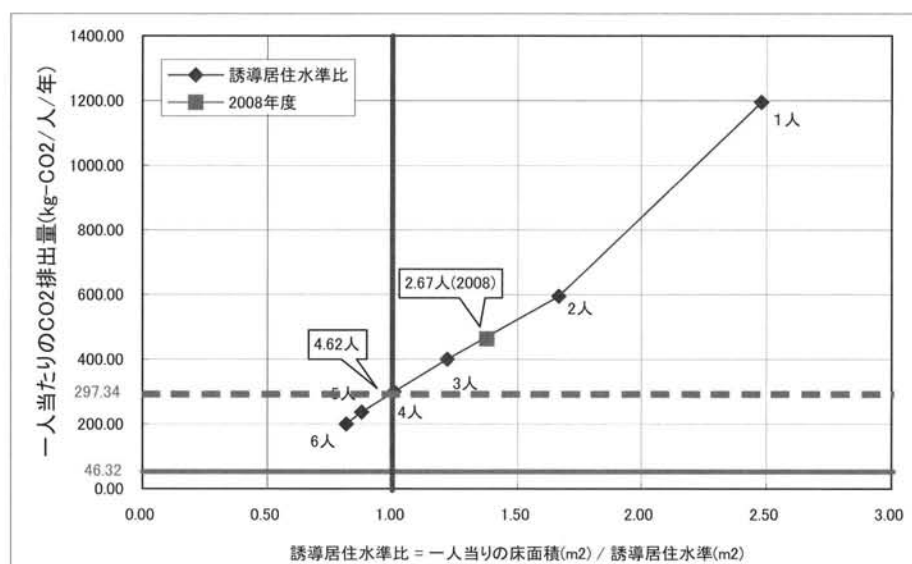


図8.3.1 世帯当りの居住者数と持続可能性評価 表8-3-1) より作成

積比1.0を表す青い縦線によって区切られる4つのゾーンの内、右下のゾーンが持続可能条件を満たすゾーンであり、左上のゾーンは持続不可能なゾーンであることがわかる。

まず「生活の質」を落とすことなく「環境負荷」を減らす方法として、家族の人数を増やすことで「誘導居住水準比」を下げることを考えた。その結果4人家族であればギリギリ条件を満たす可能性があることがわかった。(図8.3.1)

住宅モデルの居住者一人当たりの年間の「環境への影響の削減」は、環境負荷計算式の項目別に分けて考えることができる。以下削減方法を整理すると、

- ①住分野以外の食分野、衣分野の環境負荷を削減する。

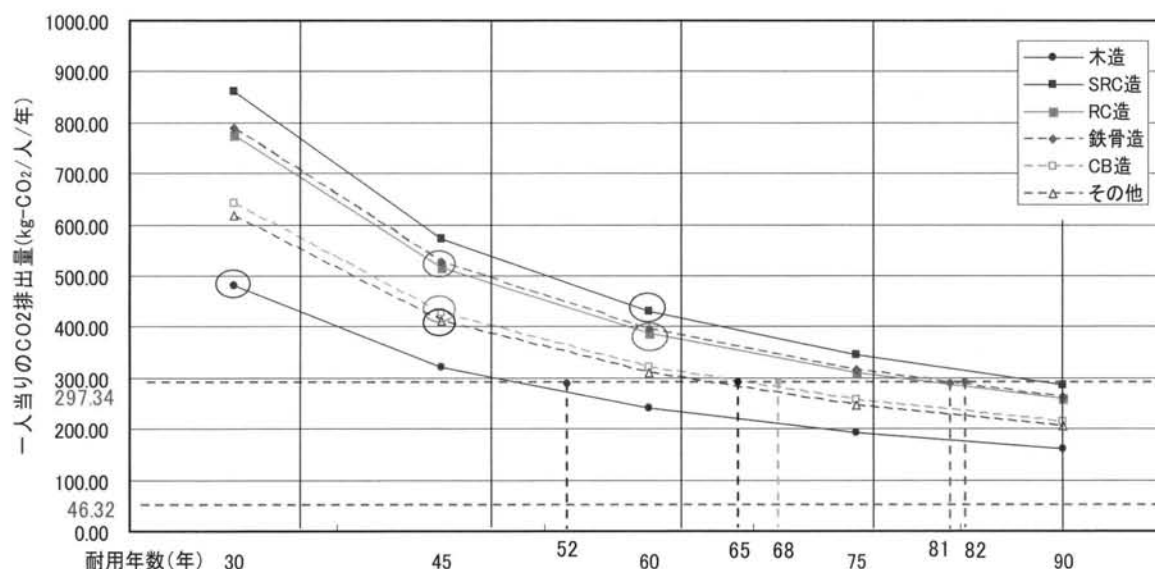


図8.3.3) 構造タイプ別耐用年数別一人当りのCO₂排出量 表8-3-4) より作成

- ②住分野の中で特に環境負荷の比重の高い保守・運用の負荷を削減する。
 - ③耐久消費財関連の環境負荷を削減する。
 - ④建物の安全性・耐久性が直接関係する構造システム以外の意匠・設備関連の環境負荷を削減する。
 - ⑤建物の耐用年数で割った1年当りの環境負荷を削減するため、建物の耐用年数を延ばす。
- などが考えられる。

このなかで、⑤の耐用年数を変えた場合も、環境負荷の削減効果が期待でき、これらの対策を複数組み合わせることで「持続可能な領域」にもっていくことが可能であると考えられる。

最後に「持続可能な構造システム」の「公平性の実現」条件をどのように評価するかについて研

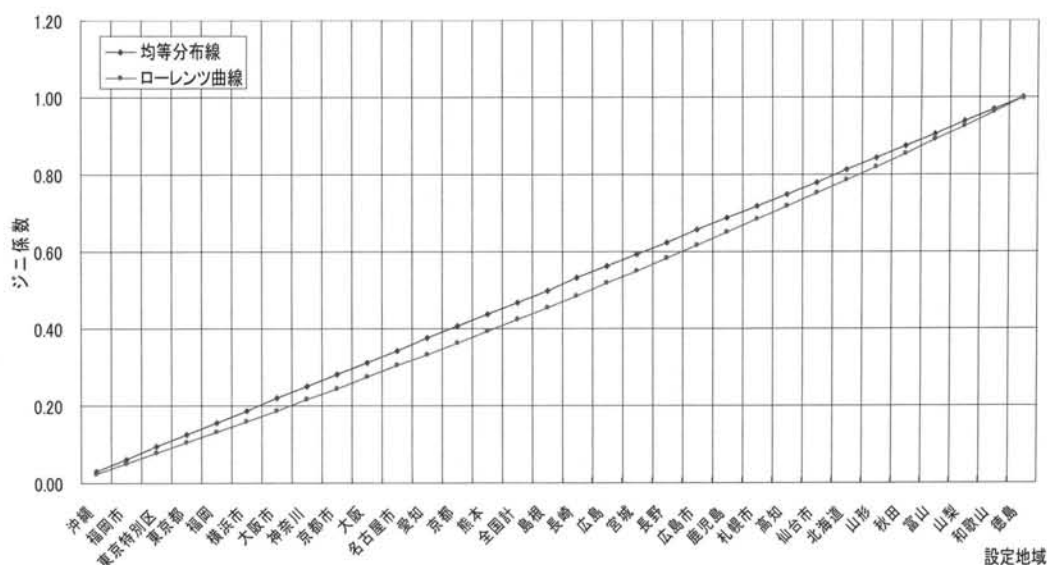


図 8.4.2) 地域別一人当りのCO₂排出量のローレンツ曲線とジニ係数 表8-4-1) より作成

究した。

経済学の分野で所得配分の公平性の評価に使われる「ローレンツ曲線」と「ジニ係数」を使用して、日本の都道府県や大都市圏間の居住者一人当りの二酸化炭素排出量のばらつき（不公平性）を求めた。（図842）ジニ係数の値は0.06となり、この結果からは公平性が高いと考えられるが、現実と比較した場合日本の住宅事情は公平であるといえるかどうか疑問である。また評価が一人当りの二酸化炭素量であることも評価を難しくしていると考えられるが、「持続可能性条件」の「環境への影響」と「生活の質の向上」条件については、持続可能性評価の条件として有効性が高いことがわかった。今後は、2つの条件の海外などの事例への応用と、「公平性の実現」の評価指標について研究を進めていきたいと考えている。

参考文献

- 1) 建築大辞典 / 彰国社編第2版, 東京 彰国社, 1993.6
- 2) 浅見泰司編 『住環境 評価方法と理論』 東京 東京大学出版会, 2001.11
- 3) 『循環型社会』を問う 生命・技術・経済 / エントロピー学会編, 井野博満, 藤田祐幸責任編集 東京 藤原書店, 2001.4) p15
- 4) 循環型社会 Wikipedia (<http://ja.wikipedia.org/wiki/%E5%BE%AA%E7%92%B0%E5%9E%8B%E7%A4%BE%E4%BC%9A>)
- 5) ナチュラルステップ (<http://www.tnsj.org/index.html>)
- 6) ジャパン・フォー・サステナビリティ (<http://www.japanfs.org/ja/>)
- 7) 一般システム理論 その基礎・発展・応用 / フォン・ベルタランフィ著, 長野敬, 太田邦昌訳 みすず書房, 1973.7
- 8) 『建築のLCA 指針』日本建築学会地球環境委員会 LCA 指針策定小委員会 編集 / 発行 社団法人日本建築学会 2003年2月20日発行、2006年3月17日 訂正
- 9) 『LCA データベース Ver3.1』日本建築学会地球環境委員会 LCA 指針策定小委員会 編集 / 発行 社団法人日本建築学会 2003年2月20日発行、2006年3月17日 訂正
- 10) 『家庭生活のライフサイクルエネルギー』資源協会 1994.9
- 11) 第18表 着工新設住宅（平成20年度）利用関係別、構造別、建て方別（戸数、床面積の合計）
床面積の合計（㎡） 建築統計年報
- 12) 平成17年国勢調査 / 第1表 人口、人口増減（平成12年～17年）、面積及び人口密度 - 全国※、市部※、郡部※、都道府県、15大都市

論文審査の結果の要旨

本論文の目的は「持続可能な社会」の達成に必要な条件とその評価方法を住宅建築の構造分野を中心に研究し提案することにある。このような建築の構造の「環境負荷」と「持続可能性」について論じられたものはこれまでなく、そのため本論文の着目点が非常にユニークであると高く評価された。本論文の構成は第1（序章）～9章（終章）からなる。その概要は以下の通りである。

第1章（序章）では現代の建築が抱える矛盾点である「生活の質の向上」と、それが「住環境の改善」にもたらす役割、さらにその結果引き起こされる「環境問題」に関して、建築からの方向性を研究する必要性を述べた。第2章では、現代の建築が置かれた社会状況を分析し、現代の建築が対応を求められてきた社会的ニーズを整理した。第3章では、現代の建築が目標とする「生活の質の向上」「公平性の実現」「環境への影響の削減」の3つの条件を考察した。第4章では「構造システム」の構成要素を、材料、部材、架構、建築、地域の各々の構成レベルでとらえた評価をおこなった。第5章では環境への影響を複数の因子で評価する方法として、「IPAT 公式」の適用を提案し、広範囲の要因を考慮することで、要因相互の関係と時間的影響を評価することを可能にし得る事を示した。第6章では「構造システム」の構成レベルごとの「IPAT 公式」の展開と環境負荷の集計をおこなった。また、鉄筋コンクリート造と鉄骨鉄筋コンクリート造の集合住宅に関し、現行基準による構造計算を行い、住宅構造タイプの違いや地震荷重の違いによる環境負荷への影響を検討した。第7章では同一敷地面積に建築可能な住宅タイプ別延床面積の住宅モデルについて、居住者一人当たり及び延床面積1平方メートル当りの環境負荷を計算する方法を示した。第8章では耐用年数を変化させた場合の効果を示した。9章（終章）では、地域毎の居住者一人当たりの二酸化炭素排出量のばらつきから不公平性を求め、その評価方法が有効であることを示した。

以上、本論文は「持続可能な社会」の実現に向けて、現代の建築が抱える矛盾点である「生活の質の向上」とそれが「住環境の改善」にもたらすポジティブな役割、その結果引き起こされる「環境問題」の原因としてのネガティブな側面をどのように解析するのかについて新しい知見を提供した。審査委員会では公平性の評価に関して考察が若干不十分であるとの指摘もなされたが、論文全体については非常に高い評価が与えられた。

本論文は、松本年史が今後自立して研究活動を行うに必要な高度の研究能力と学識を有することを示しているものである。よって、本論文は博士（国際文化）の学位論文として合格と認める。